



---

**(57) Zusammenfassung:** Eine Kolbenmaschine, insbesondere Hubkolbenverbrennungsmotor mit - einem durch Hauptventile (7) gesteuerten Arbeitsraum, - einem zu mindestens einem der Hauptventile (7) führenden Ladungskanal (2), - einem in mindestens zwei parallel zueinander verlaufende Ladungskanalwege aufgeteilten Bereich (3) des Ladungskanals (2), - und in jedem der beiden parallel zueinander verlaufenden Ladungskanalwege mindestens einem, den dortigen Teil des Ladungsvolumenstromes steuerbaren Zusatzventil, die Zusatzventile sind als bei Maschinenbetrieb einsinnig rotierende Drehschieberventile (4, 5) ausgebildet, die Volumendurchflußströme der Haupt- und Zusatzventile (7, 4, 5) einerseits sowie der Zusatzventile (4, 5) untereinander andererseits sind variabel aufeinander abstimmbare.

**Kolbenmaschine, insbesondere Hubkolbenverbrennungsmotor mit  
zusätzlicher Ladungssteuerung**

Die Erfindung betrifft eine Kolbenmaschine, insbesondere einen Hubkolbenverbrennungsmotor mit zusätzlicher Ladungssteuerung nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Eine solche Einrichtung ist aus US 2002/0005158 A1 bekannt. Die Zusatzventile sind dort als jeweils oszillierend angetriebene Klappen- bzw. Flügelventile ausgebildet. Bei hohen Frequenzen bereiten oszillierende Antriebe grundsätzlich wegen der jeweils erforderlichen Verzögerungen und Beschleunigungen Probleme. Insbesondere bei schnelldrehenden Verbrennungsmotoren sind diese Probleme zumindest ohne einen hohen einrichtungsmäßigen Aufwand nicht oder zumindest nicht mit ausreichender Betriebssicherheit erreichbar.

Hier von ausgehend beschäftigt sich die Erfindung mit dem Problem, für den gattungsgemäßen Anwendungszweck besser geeignete Zusatzventile zur Verfügung zu stellen.

Gelöst wird dieses Problem bei einer gattungsgemäßen Hubkolbenmaschine durch eine Ausbildung der Zusatzventile nach den kennzeichnenden Merkmalen des Patentanspruchs 1.

Zweckmäßige und vorteilhafte Ausgestaltungen sind Gegenstand der Unteransprüche.

Ein in dem Ansaugtrakt eines Verbrennungsmotors zur zusätzlichen Ladungssteuerung eingesetztes Zusatzventil in der Form eines rotierend arbeitenden Drehschiebers ist bereits aus DE 26 21 362 A1 bekannt. Durch eine bei jener Ausführung fehlende Aufteilung eines Ladungskanalbereiches in zwei parallele Ladungskanalwege mit dort jeweils zumindest einem vorgesehenen, rotierend arbeitenden Drehschieber sind die Möglichkeiten für eine zusätzliche Ladungssteuerung beschränkt. So ist es beispielsweise bei einem Ladungskanal mit nicht bereichsweise parallel geführten, mit jeweils einem Zusatzsteuerventil versehenen Parallelströmungswegen nicht möglich, Schließ- und Öffnungszeiten voneinander unabhängig verändern zu können, da deren Zuordnung von der unveränderbaren Geometrie des rotierenden Schiebers sowie der unveränderbaren Geometrie der gehäuseseitigen Steuerkanten des Drehschieberventiles abhängig ist.

Die Erfindung beruht auf dem allgemeinen Gedanken, durch eine bereichsweise Aufteilung des Ladungskanales in zwei parallel zueinander verlaufende Strömungswege, in denen jeweils ein rotierend arbeitendes Drehschieberventil vorgesehen ist, nahezu beliebige Steuermöglichkeiten für den Ladungsvolumen-

strom durch Phasenverschiebung der Rotationsbewegung der Drehschieber in den Drehschieberventilen zu erreichen.

Eine solche erfindungsgemäße Ladungssteuervariabilität lässt sich insbesondere nicht mit einer Einrichtung nach JP 22 41 925 erreichen, bei der in einem ungeteilten Ladungskanal ein Zusatzventil in der Form eines Drehschieberventiles mit zwei konzentrisch ineinanderlaufenden Drehschiebern eingesetzt ist.

Ausführungsbeispiele der Erfindung unter Angabe verschiedener möglicher Ladungszusatzsteuerungen sind in der Zeichnung dargestellt und werden nachfolgend näher beschrieben.

In der Zeichnung zeigen

Fig. 1 eine schematische, teilweise geschnittene Ansicht eines Ladungskanals mit einem Parallelströmungsbereich mit einem Drehschieber-Zusatzventil in jedem der beiden Strömungsteilbereiche,

Fig. 2 A bis D Ladungssteuerdiagramme mit Bezug auf einen zu befüllenden Arbeitsraum,

Fig. 3 einen Ladungskanal in einer Grundausführung nach Fig. 1, bei der im Unterschied zu der Ausführung in Fig. 1 in einem der beiden

Parallelströmungswege zwei Drehschieberventile in Reihe angeordnet sind,

Fig. 4 A bis C mit einer Einrichtung nach Fig. 3 im Unterschied zu derjenigen nach Fig. 1 erreichbare Ladungssteuerdiagramme.

Fig. 1 zeigt ein Beispiel für einen Ladungskanal eines Hubkolbenverbrennungsmotors mit einem Saugrohr 1, einem in den Arbeitsraum des Verbrennungsmotors führenden Ladungskanal 2 und einem Bereich 3 des Ladungskanals 2 mit zwei parallel zueinander verlaufenden Strömungswegen, in denen jeweils ein Drehschieberventil 4, 5 als Zusatzsteuerventil vorgesehen ist. Die Verbindung des Saugrohres 1 mit den parallelen Strömungswegen innerhalb des Bereiches 3 des Ladungskanals 2 ist zeichnerisch nicht dargestellt. Auch der Antrieb der Drehschieber innerhalb der Drehschieberventile 4 und 5 ist nicht dargestellt. Grundsätzlich können die Drehschieber der Drehschieberventile 4 und 5 mit der Umdrehungszahl der auf ein den Arbeitsraum des Verbrennungsmotors steuerndes Hauptventil 7 einwirkenden Nockenwelle 6 durch die nicht gezeichnete Kurbelwelle des Verbrennungsmotors angetrieben werden. Das mit 7 bezeichnete Hauptventil ist ein Einlaßventil für den zugeordneten Arbeitsraum des Verbrennungsmotors, in dem bei einem Hubkolbenmotor ein Kolben oszilliert. Die Drehschieber der Drehschieberventile 4, 5 können gegeneinander und gegenüber der Phasenlage der Nockenwelle 6 phasenverschoben rotieren, wozu übliche, an sich bekannte Phasenverschiebungseinrichtungen in den Antrieb einzuschalten sind.

Die Nockenwelle 6 wirkt über beispielsweise einen Hebel 8 auf das Hauptventil 7 ein.

Die einzelnen Diagramme in Fig. 2 zeigen jeweils schematisch einen Einlaßventilhub (V) in Abhängigkeit des Kurbelwellendrehwinkels eines Verbrennungsmotors sowie jeweils die Öffnungs- und Schließzeiten für die beiden Drehschieber (40, 50, 4S, 5S) für einen zugeordneten Motorzylinder als Arbeitsraum. Die Darstellung erfolgt jeweils derart, dass die auf der Ordinate eingetragenen Ziffern 1 voll geöffneter und 0 geschlossener Querschnitt bedeuten.

Der in dem Diagramm in Fig. 2A dargestellte Betriebspunkt entspricht einem funktionslosen Zustand der als Drehschieber 4, 5 ausgebildeten Zusatzsteuerventile. Ein solcher Betriebspunkt kann je nach Auslegung der Sauganlage beispielsweise im Maximalleistungspunkt erwünscht sein. Funktionsloser Zustand der Drehschieber 4, 5 als Zusatzsteuerventile bedeutet, dass eine Rotation der Drehschieber erfolgt, durch die ein Strömungszustand innerhalb des Ladungskanals 2 vorliegt wie er auch bei vollständig fehlenden Zusatzsteuerventilen gegeben wäre. Ein solches mögliches Verhalten der erfundungsgemäßen Zusatzsteuerventile ist ein besonderer Vorteil der Erfindung.

Die Fig. 2B zeigt einen Zustand, bei dem durch Phasenverstellung der Drehschieber 4, 5 gegenüber der Nockenwelle 6 nach früh eine Betriebsart Frühes-Einlass-Schließen (FES) eingestellt ist, in der die Ladungsmenge drosselfrei nur

über die Schließzeitpunkte der Drehschieberventile 4, 5 eingestellt wird. Für den unteren und mittleren Drehzahlbereich kann mit FES auch eine Erhöhung des Volllastdrehmoments erreicht werden. Eine weitere Drehmomentsteigerung kann durch kurzzeitiges Unterbrechen des Saugvorgangs möglich werden, wie es in Fig. 2C dargestellt ist. Die Behinderung der Strömung erzeugt brennraumseitig Unterdruck und saugrohrseitig Staudruck, was beim Wiederöffnen gemeinsam eine höhere Zylinder-, das heißt Arbeitsraumladung bewirkt, als eine Ansaugung mit keinem optimierten Schließpunkt für das Einlaßventil, vergleichbar mit der Wirkung eines Lufttaktventiles (LTV). Fig. 2D zeigt schematisch die Offen- und Geschlossenzeiten für den Betrieb Spätes-Einlass-Öffnen (SEÖ).

Durch die Verwendung zweier in Reihe geschalteter Drehschieberventile 4, 9 in einem der beiden parallelen Strömungswege innerhalb des Ladungskanals 2, wie sie in Fig. 3 schematisch dargestellt ist, können Betriebsarten gemäß den Ladungssteuerdiagrammen in Fig. 4 dargestellt realisiert werden.

Die in Fig. 3 eingetragenen Drehschieber der Drehschieberventile rotieren mit halber Nockenwellendrehzahl und sind unabhängig voneinander gegenüber der Nockenwelle 6 phasenverstellbar. Durch ein Geschlossenhalten des Drehschieberventils 5 und eine geeignete Phasenverstellung der Schieber der Drehschieberventile 4 und 9 kann eine Kombination aus SEÖ und FES erreicht werden. Dies ist in Fig. 4A dargestellt. Fig. 4B zeigt ein Ladungssteuerdiagramm für einen getakteten Ansaugvorgang mit zusätzlichem Schließen nach dem

ersten Einströmvorgang. Fig. 4C zeigt eine Kombination von SEÖ und einem getakteten Ansaugvorgang.

Durch geeignete Phasenverstellung können beliebige Einlassöffnungszeiten und Betriebsarten realisiert werden. Verbesserungen sind dabei bei den verschiedenen Betriebsarten von Kolbenmaschinen, wie beispielsweise Verbrennungsmotoren im Zwei- und Viertaktbetrieb, Otto, Diesel, Gas, Miller, Atkinson, HCCI, freisaugender oder aufgeladener Betrieb möglich.

\* \* \* \* \*

**Ansprüche**

1. Kolbenmaschine, insbesondere Hubkolbenverbrennungsmotor mit
  - einem durch Hauptventile gesteuerten Arbeitsraum,
  - einem zu mindestens einem der Hauptventile führenden Ladungskanal,
  - einem in mindestens zwei parallel zueinander verlaufende Ladungskanalwege aufgeteilten Bereich des Ladungskanals,
  - und in jedem der beiden parallel zueinander verlaufenden Ladungskanalwege mindestens einem, den dortigen Teil des Ladungsvolumenstromes steuerbaren Zusatzventil,  
**gekennzeichnet durch die Merkmale,**
  - die Zusatzventile sind als bei Maschinenbetrieb einsinnig rotierende Drehschieberventile (4, 5, 9) ausgebildet,
  - die Volumendurchflußströme der Haupt- und Zusatzventile (7; 4, 5, 9) einerseits sowie der Zusatzventile (4, 5, 9) untereinander andererseits sind variabel aufeinander abstimmbare.
2. Einrichtung nach Anspruch 1,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
dass zumindest in einer der parallel verlaufenden Wege des Ladekanals (2) mindestens zwei Drehschieberventile (4, 9) in Reihe geschaltet vorgesehen sind.

3. Einrichtung nach Anspruch 1 oder 2,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
dass die Drehschieberventile (4, 5, 9) synchron zur Kolben-  
bewegung rotieren.
  
4. Einrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
dass die Kurbelwelle der Hubkolbenmaschine den Drehschieber-  
ventilen (4, 5, 9) als Antriebsquelle dient.

\* \* \* \* \*

1/5

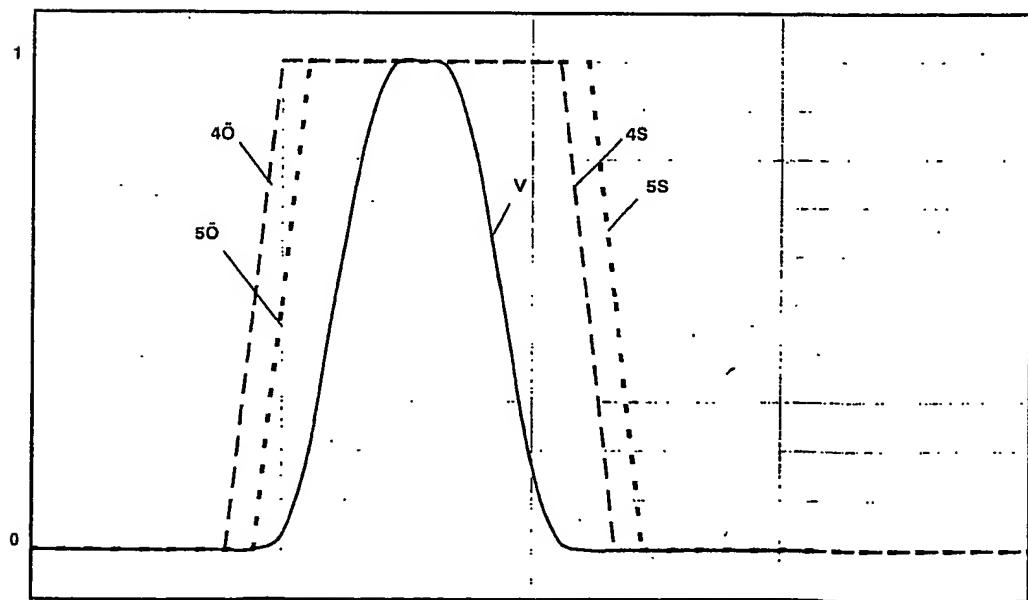
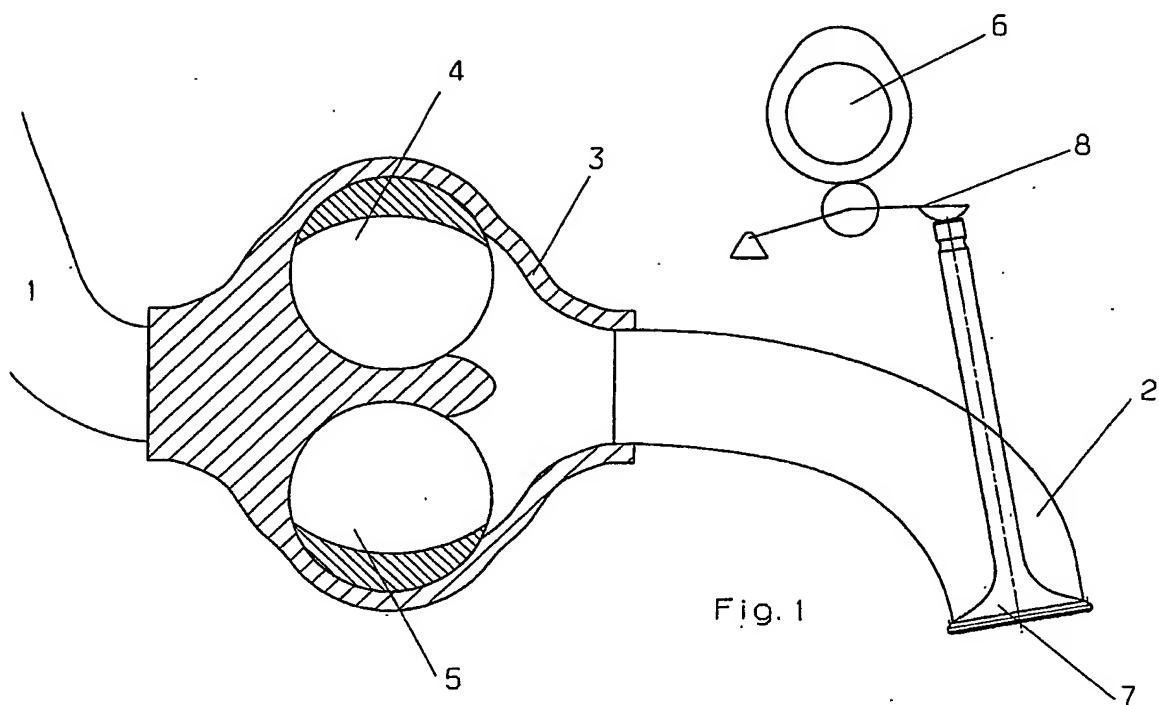


Fig. 2A

2/5

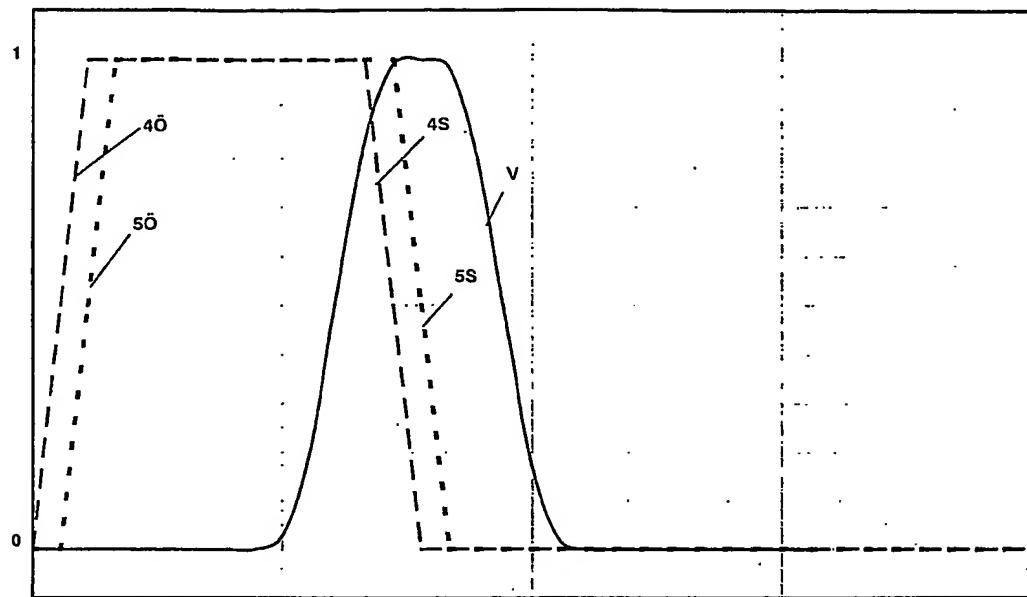


Fig. 2B

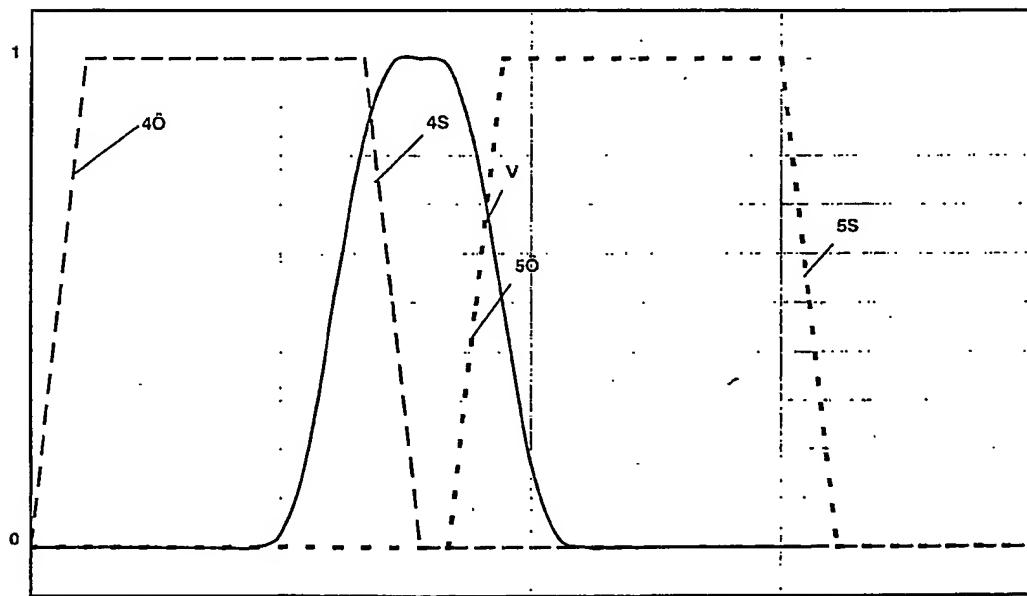


Fig. 2C

3/5

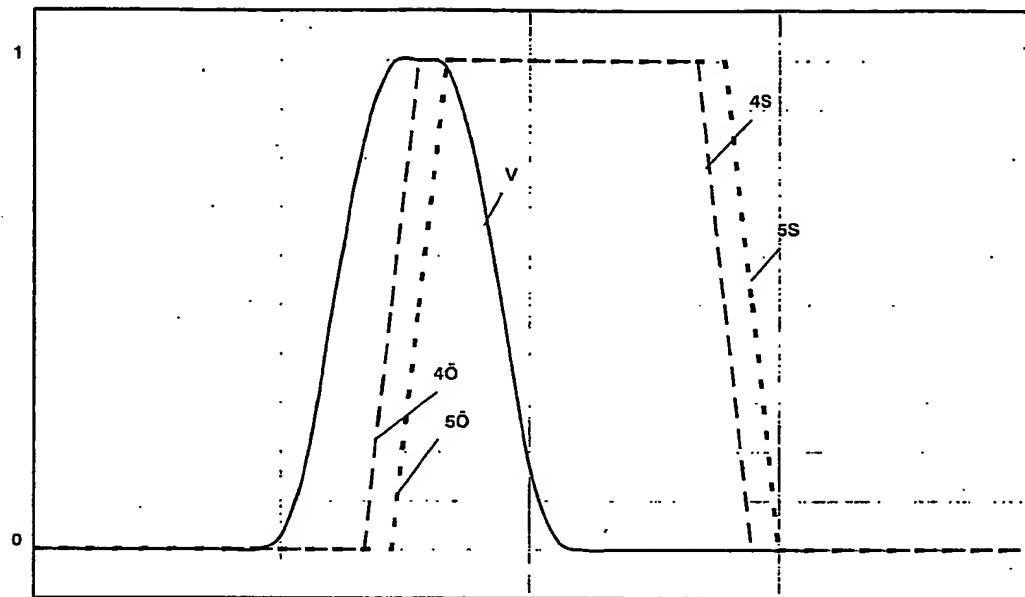


Fig. 2D

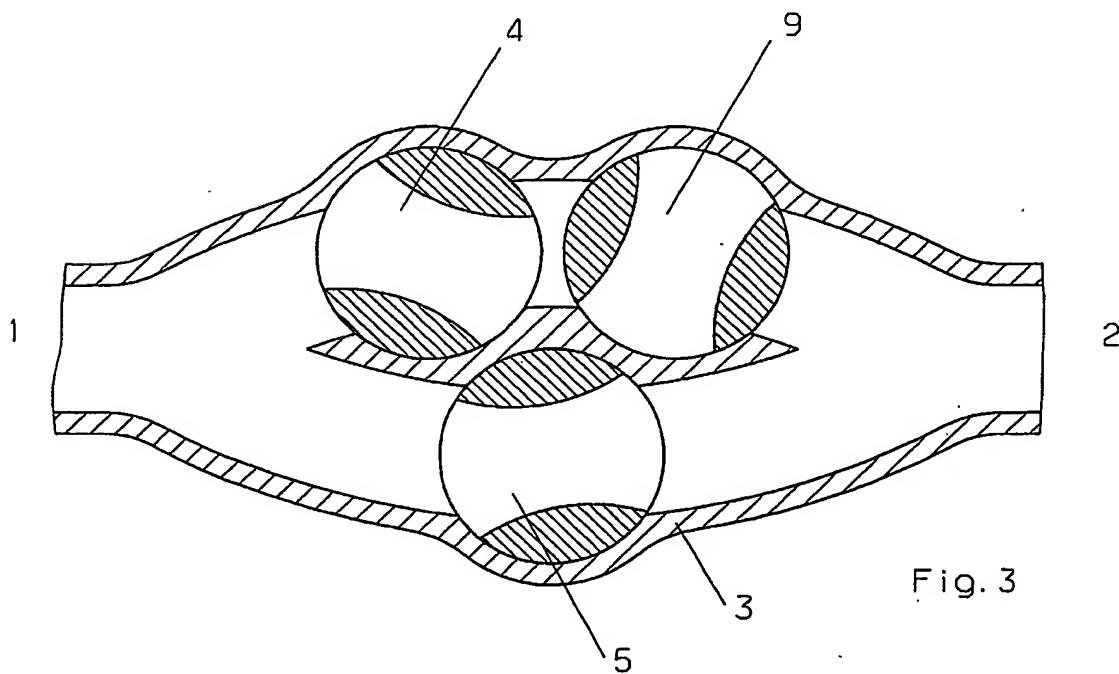


Fig. 3

4/5

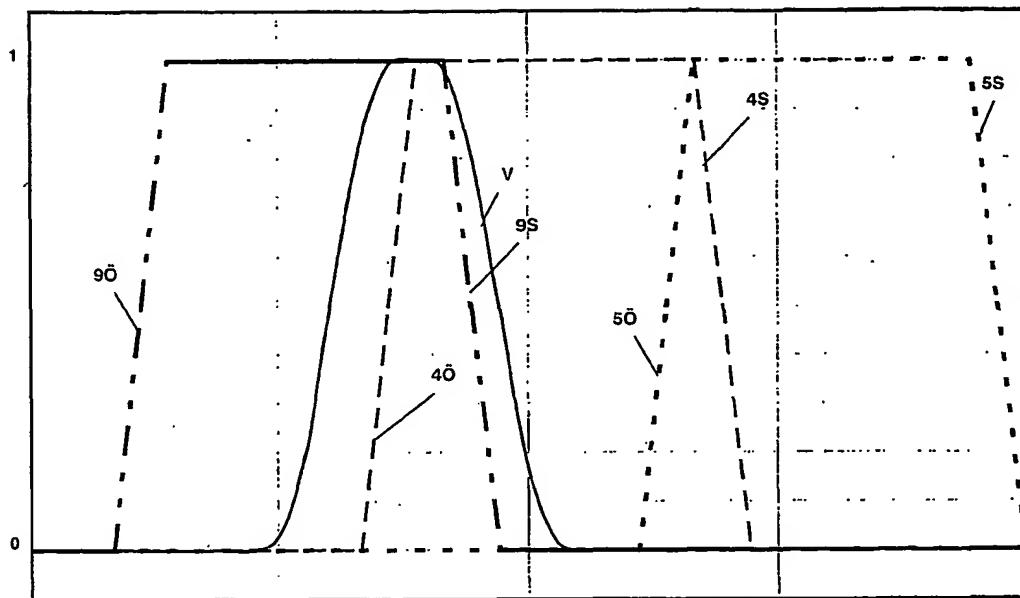


Fig. 4A

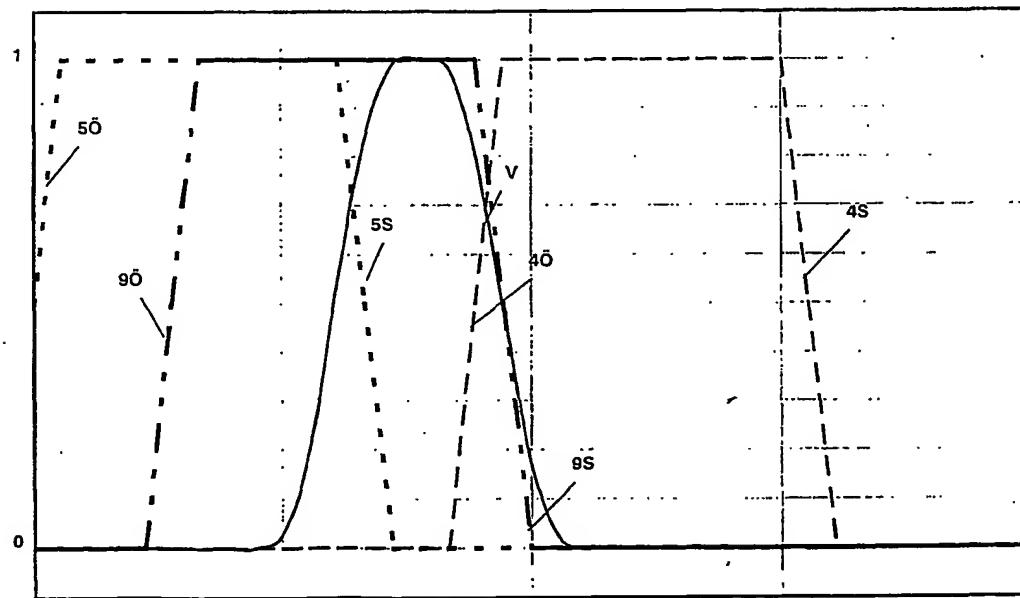


Fig. 4B

5/5

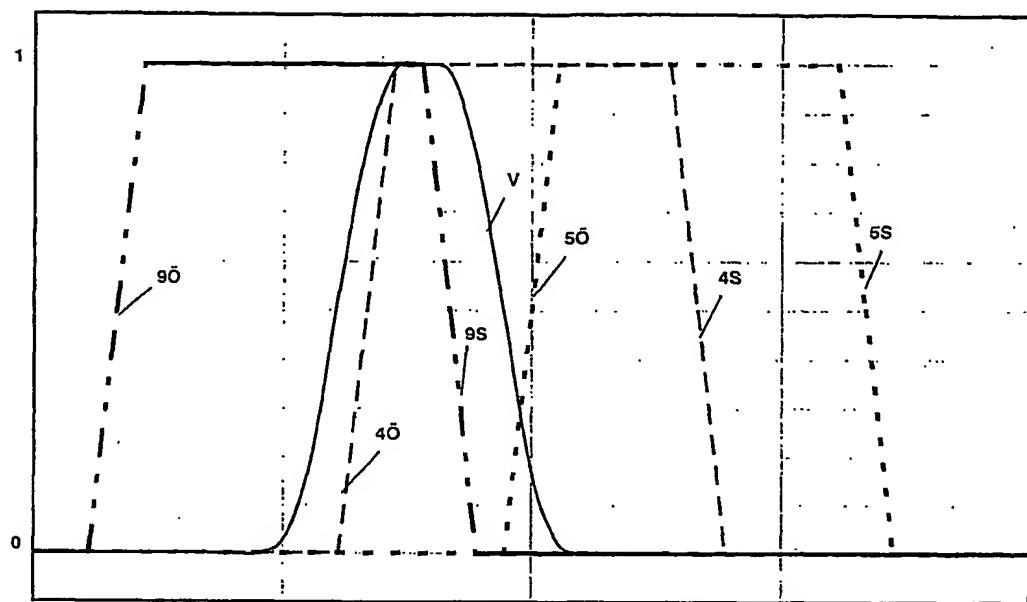


Fig. 4C

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/DE 03/03605

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
IPC 7 F02B29/08 F02D9/16

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 7 F02B F02D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 0 459 964 A (VOLVO AB) 4 December 1991 (1991-12-04) column 2, line 34 - column 3, line 28; figure 1	1
A	DE 29 38 118 A (VOLKSWAGENWERK AG) 9 April 1981 (1981-04-09) page 6, line 1 - page 11, line 7, paragraphs	1,2
A	US 5 105 784 A (MACFARLANE GLEN R ET AL) 21 April 1992 (1992-04-21) column 2, line 59 - column 3, line 42; figures 1,2	1,3,4
A	DE 26 21 362 A (DAIMLER BENZ AG) 24 November 1977 (1977-11-24) cited in the application	
		-/-

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents:

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the International filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority, claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the International filing date but later than the priority date claimed

\*T\* later document published after the International filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

\*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

\*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

\*&\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the International search

16 February 2004

Date of mailing of the International search report

23/02/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax. (+31-70) 340-3016

Authorized officer

von Arx, H

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**International Application No  
PCT/DE 03/03605**C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2002/005185 A1 (SCHATZ OSKAR) 17 January 2002 (2002-01-17) <u>cited in the application</u>	

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No.  
PCT/DE 03/03605

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)		Publication date
EP 0459964	A 04-12-1991	SE 467268 B AT 112361 T DE 69104267 D1 DE 69104267 T2 EP 0459964 A1 JP 3054224 B2 JP 4231621 A KR 184523 B1 SE 9001941 A US 5143038 A		22-06-1992 15-10-1994 03-11-1994 23-02-1995 04-12-1991 19-06-2000 20-08-1992 20-03-1999 01-12-1991 01-09-1992
DE 2938118	A 09-04-1981	DE 2938118 A1		09-04-1981
US 5105784	A 21-04-1992	EP 0508508 A1		14-10-1992
DE 2621362	A 24-11-1977	DE 2621362 A1		24-11-1977
US 2002005185	A1 17-01-2002	DE 10133942 A1		24-01-2002

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**